

Lente Gábor

A Palomares-baleset hatvan év távlatából

1966. január 17-én, a hidegháború egyik feszültséggel terhelt időszakában, a délkelet-spanyolországi, mintegy 1500 lakosú Palomares település közelében egy amerikai B-52G stratégiai bombázó és egy KC-135 légi utántöltő ütközött a levegőben. A tanker személyzetéből senki, míg a bombázó hétfős legénységéből négyen éltek túl a balesetet. Az ütközés következtében a bombázón szállított négy hidrogénbomba közül három a szárazföldre, egy pedig a Földközi-tengerbe zuhant. A Palomares-baleset súlyos műszaki, környezeti és kémiai problémákat is felszínre hozott, amelyek kezelése évtizedekig adott feladatot sok szakértőnek, de közben jelentősen hozzájárult az atomfegyverek mechanikai és kémiai viselkedésének, valamint a nukleáris balesetek hosszú távú társadalmi, egészségügyi és politikai következményeinek megértéséhez.

A négy túlélő közül hárman lényegében biztonságban, ejtőernyővel érték el a vízfelszínt, ahonnan egy órán belül spanyol halászhajók mentették ki őket. A negyedik katona már a repülőgépben súlyos égési sérüléseket szenvedett, és emiatt nem tudott kiszabadulni a katapultszékből. Az ejtőernyőjét viszont ki tudta nyitni, ami becsapódásának erejét jelentősen tompította. Őt a palomaresi lakosok vitték el a helyi kórházba.

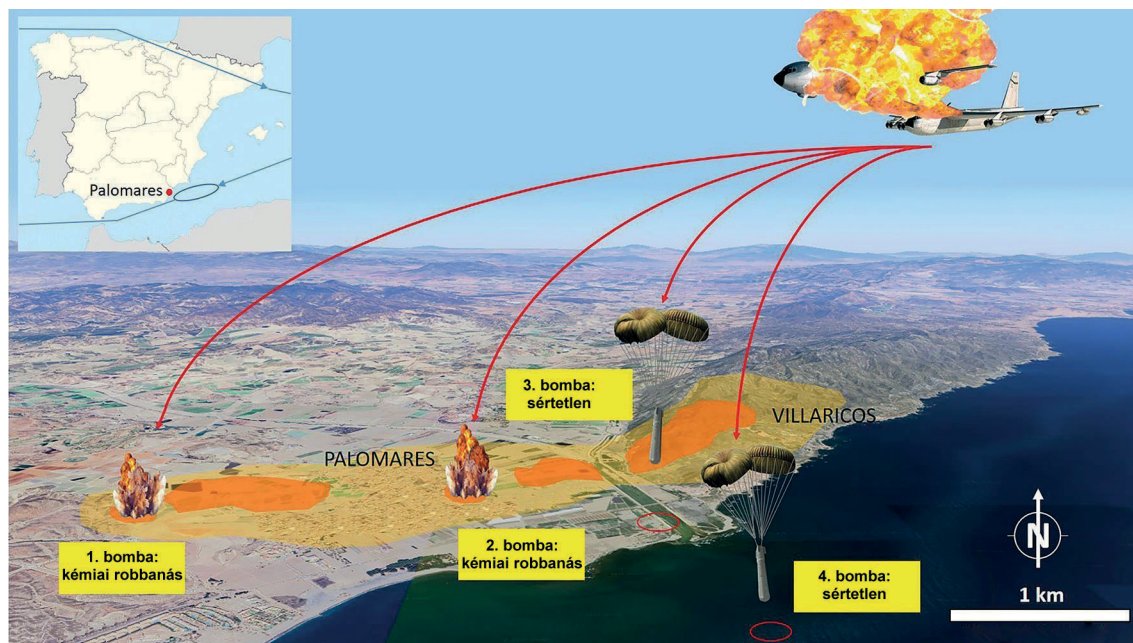
A balesetben érintett négy B28FI Mod 2 Y1 típusú termonukleáris töltetben az első fokozat plutóniumalapú atombomba volt, amelyben a hasadóanyag számára a kritikus körülményeket nagyon pontosan egyidejű kémiai robbanások hozzák létre. Bár nukleáris robbanás nem következett be, a négyből két, szárazföldre zuhanó bombában az első, hagyományos kémiai robbanás megtörtént. A bombák szerkezete szétesett, és apró, plutónium-tartalmú (kémiai szempontból nagyrészt PuO_2) részecskék szóródtak szét a környezetben mintegy két és fél négyzetkilométernyi területen: lakóházak közelében, paradicsomföldeken és erdőkben. A másik két bomba ejtőernyője rendben kinyílt és sértetlenül érték el a felszínt: az egyik a szárazföldön, a másik a nyílt tengeren.

A lényegében épségben, egy folyómederben földet érő fegyvert és a további kettő robbanásának nyomait a balesetet követő 24 órán belül megtalálták. A negyedik esetében viszont csak egy ejtőernyődarab került elő, a kutatást végzők ebből következtették ki, hogy a szél a tenger fölé sodorta az eszközt. Január 22-re az amerikai légierő belátta, hogy saját erőforrásaival nincs esélye megtalálni az elveszett hidrogénbombát, ezért a haditengerészet segítségét kérte. Ők egy akkor kidolgozott, fejlett, valószínűség-számítási módszereken alapuló keresési eljárást alkalmaztak. A legfontosabb azonban mégis az emberi tényező volt: egy helyi halász, Francisco Simó Orts távolról ugyan, de látta a bomba vízre érésének pillanatát. Ő később „Paco el de la bomba” (Bomba Paco) néven vált közismertté a közösségben.

A haditengerészet hatalmas erőket, mintegy 25 hadihajót és 3000 katonát, köztük 150 búvárt mozgósított a keresésre. Először március 17-én sikerült megtalálni a bombát egy addig ismeretlen víz alatti kanyonban, mintegy 800 méterrel a felszín alatt. A kiemelési kísérlet sikertelen maradt, ezért újra kellett indítani a keresést. Április 2-án 900 méter körüli mélységben bukkantak ismét a bombára. Öt nappal később egy távvezérelt torpedóvontató az ejtőernyő kötélzetébe akadva 30 méteres, sekély vízbe húzta az eszközt, ahol már a búvárok emelőköteleket tudtak rögzíteni rá.

A nemzetközi tengerjog szerint egy roncs megtalálójának jutalom jár abban az esetben, ha a maradványokat sikeresen kiemelik. Erre hivatkozva Bomba Paco ügyvédek segítségével be is nyújtotta igényét az amerikai légierőhöz. Egy ilyen jutalom általában jelképes, a megmentett érték 1 vagy 2 százaléka. Ebben az esetben viszont az amerikai hadügyminisztérium nyilvános adatai a hidrogénbomba árát 2 milliárd dollárra tették, aminek az 1%-a is 20 millió. Az amerikai légierő peren kívül egyezett meg a halással, ennek anyagi részleteit nem hozták nyilvánosságra.

A baleset utáni évtizedekben a helyszínt folyamatosan vizsgálták. A plutónium környezeti viselkedését alapvetően a ré-



A Palomares-baleset négy hidrogénbombájának megtalálási helye



Az egyik repülőgép roncsai



Légi utántöltés és B28FI Mod 2 Y1 hidrogénbombák



Hidrogénbomba a tengerfenéken ejtőernyő-borítással

szecskeméret, a fázis, valamint a helyi talaj- és meteorológiai viszonyok határozzák meg. A nagyobb ($>10\ \mu\text{m}$) részecskék gyorsan ülepednek, a talajfelszínen maradnak, míg a finom, $\sim 1\ \mu\text{m}$ alatti frakció a levegőben maradván, belégzés útján jut a tüdő mélyebb régióiba, ahol hosszú távú belső sugárterhelést okozhat. A plutónium több oxidációs állapotban fordulhat elő (+3-tól +6-ig), a környezetben legstabilabb formája a Pu(IV), amely vízben alig oldódik. A Pu(V) és Pu(VI) vizes közegben mobilisabb, különösen ha karbonátokkal és huminsavakkal komplexet képez. A részecskék szemcseméret-eloszlása, morfológiája és felületi kémiai tulajdonságai döntő szerepet játszanak a biológiai hozzáférhetőségben és a hosszú távú kockázatbecslésben. A belégzés különösen fontosnak bizonyult a sugárzási kockázat szempontjából. Az alfa-sugárzó plutónium a tüdő hörgőiben, később a csontokban és a májban halmozódik fel, s évtizedekig is ott maradhat.

Palomaresben a kármentesítés során a leg súlyosabban szennyezett talajrétegeket eltávolították. Közel 2000 tonna földet szállítottak el hordókban az USA Savannah River-telephelyére. A kevésbé szennyezett területeken mélyszántást végeztek, ami a felszíni részecskék keverésével csökkentette a sugárzó anyag koncentrációját. A víz és a talaj plutóniumszintjét folyamatosan követték. Még 2015-ben is új tárgyalási forduló kezdődött a maradék szennyezett föld elszállításáról és a kármentesítés folytatásáról. A helyi lakosság körében nem volt egyértelműen kimutatható egészségügyi hatás, a daganatos betegségek gyakorisága nem növekedett észrevehetően. A kármentést végző személyzet körében viszont hosszú távon dokumentáltak olyan egészségügyi panaszokat, amelyek ok-okozati viszonyban lehetnek a balesettel.

A Palomares-baleset politikai és stratégiai következményei rövid és hosszú távon is jelentősek voltak. Spanyolország azonnal diplomáciai nyomást gyakorolt az Egyesült Államokra, korlátozva az amerikai nukleáris tölteteket szállító gépek átrepülését. Ezek az erőfeszítések hozzájárultak a folyamatos légi nukleáris járőrprogramok felülvizsgálatához és csökkentéséhez, miközben az Egyesült Államok hadseregében növelte a földi és a tengeralattjáróról indítható rendszerek szerepét.

A baleset és körülményeivel kapcsolatos tárgyi emlékek bemutatásának jelenleg nincsen nyilvános formája, a két fel nem robbant bomba üres vázszerkezete az új-mexikói Albuquerque-ben, a Nemzeti Nukleáris Tudományos és Történelmi Múzeumban (National Museum of Nuclear Science and History) van kiállítva. Palomaresben egy utca az 1966. január 17-e nevet viseli. ●●●

A baleset és körülményeivel kapcsolatos tárgyi emlékek bemutatásának jelenleg nincsen nyilvános formája, a két fel nem robbant bomba üres vázszerkezete az új-mexikói Albuquerque-ben, a Nemzeti Nukleáris Tudományos és Történelmi Múzeumban (National Museum of Nuclear Science and History) van kiállítva. Palomaresben egy utca az 1966. január 17-e nevet viseli. ●●●



A CHEMISTRY EUROPE TAGJAI